

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

0181707
JC971 U.S. PTO
10/092486



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 9日

出願番号

Application Number:

特願2001-067304

[ST.10/C]:

[JP2001-067304]

出願人

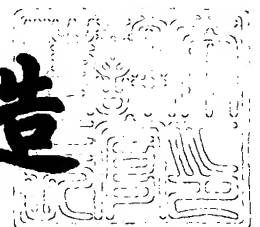
Applicant(s):

株式会社東芝

2002年 1月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3115211

【書類名】 特許願
【整理番号】 A000100972
【提出日】 平成13年 3月 9日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明の名称】 レーザ加工装置
【請求項の数】 16
【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 東木 達彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 池上 浩

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 伊藤 信一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
浜事業所内

【氏名】 早坂 伸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工基板の一部を選択的に除去するレーザ光を発振するレーザ発振器と、
レーザ発振器から発振されたレーザ光を、前記被加工基板の任意の位置に照射させる走査系と、

前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を前記被加工基板に対してほぼ垂直に入射させる入射手段とを具備してなることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 2】

前記被加工基板の少なくとも前記レーザ光の照射領域に対して液体を供給する液体供給手段と、

前記被処理基板上に設置され、前記レーザ光に対して透明な透明板とを更に具備してなることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】

前記入射手段は、前記走査系と前記被加工基板との間に配設されたコンデンサレンズであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】

前記被加工基板を回転させる基板回転機構をさらに具備してなることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】

前記レーザ発振器から発振されたレーザ光の光路上に設置され、前記基板回転機構による被加工基板の回転に応じて、前記被処理基板上のレーザ光の光学像の大きさ及び形状を変更するレーザ光成形手段を具備してなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 6】

前記レーザ光成形手段は、レーザ光をそれぞれ所定の大きさ及び形状に成形する複数のアパーチャを具備することを特徴とする請求項 5 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 7】

前記レーザ光成形手段は、前記レーザ光を所定の形状に成形する 1 以上のアパーチャと、前記アパーチャを通過したレーザ光の大きさを変化させるレンズ系とを具備してなることを特徴とする請求項 5 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 8】

前記アパーチャは、前記基板回転機構による被加工基板の回転に同期して回転することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 9】

前記走査系は、被加工基板の加工面に対して 2 次元方向にレーザ光を走査させる走査ミラーを具備してなることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 10】

向きがそれぞれ制御可能な、該レーザ光の大きさに対して小さい微小鏡が配列された光学素子と、これらの微小鏡の向きをそれぞれ制御する制御部とをさらに具備してなることを特徴とする特許請求項 1～3 のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 11】

前記走査系は、音響光学効果を利用した音響光学素子を具備してなることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 12】

前記被加工基板と、前記走査系とを被加工基板主面に平行な 2 次元平面内で相対的に移動させる手段とを更に具備してなることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 13】

前記被加工基板は半導体基板上に形成された反射マークを具備し、該反射マークの位置座標が登録されている光学装置からの情報に応じて、該マーク上に前記レーザ光を照射して、該マーク上の膜を除去することを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 14】

前記被加工基板の位置座標を検出する観測系を更に具備してなることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 1 5】

被加工基板に対するレーザ光の照射位置に応じて、前記レーザ光の照射強度を制御する手段を具備してなることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 1 6】

前記レーザ光が反射又は透過する光学部材を更に具備し、

前記光学部材の一部若しくは全てを密閉する密閉部材と、この密閉部材にパージガスを供給するパージシステムとを具備することを特徴とした特許請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被加工基板に対してレーザ光を照射して被加工基板の一部を選択的に除去するレーザ加工装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体集積回路のリソグラフィ工程では、半導体ウェハ上にレジスト塗布、露光、現像が行われる。このリソグラフィ工程では、上層側のパターンと下層側のパターンとの位置合わせを行なってパターンの露光を行なう必要である。パターンの露光は一般に露光装置が用いられる。

【 0 0 0 3 】

露光装置には、下層パターン位置を検出するアライメント機構を備えている。位置合わせ機構は下層パターン配置した位置合わせマーク位置を検出することで、上層のパターンを露光する位置を算出する。リソグラフィ工程の終了後、1 層目と 2 層目の位置ずれを検査するために合わせずれ検査が行われる。合わせずれ検査では合わせずれ検査マークが配置されている。合わせずれ検査装置はこの合わせずれ検査マークの位置測定を行なう。アライメント検出は合わせずれ位置検

出は一般には光学的な位置検出が行なわれる。アライメントマーク及び合わせずれ検査マークは半導体集積回路と同じプロセス工程を経るため、マーク上に透明度の低い膜が形成される場合がある。このため、マーク上に透明度の低い膜が形成される場合にはアライメントマーク及び合わせずれ検査マークの位置認識が困難になる。そこでアライメントマーク上に形成された透明度の低い膜を除去する必要がある。

【 0 0 0 4 】

ところが、従来のレーザ加工装置では、マーク上の不透明膜を正確に除去することができず、除去したくない領域まで除去されるという問題があった。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来のレーザ加工装置では、マーク上の不透明膜を正確に除去することができず、除去したくない領域まで除去されるという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、被加工基板に対してレーザ光を照射して除去する際、除去領域のみを正確に除去することが可能なレーザ加工装置を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

〔構成〕

本発明は、上記目的を達成するために以下のように構成されている。

【 0 0 0 8 】

(1) 本発明(請求項1)に係わるレーザ加工装置は、被加工基板の一部を選択的に除去するレーザ光を発振するレーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光を、前記被加工基板の任意の位置に照射させる走査系と、前記レーザ発振器から発振されたレーザ光を前記被加工基板に対してほぼ垂直に入射させる入射手段とを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明の好ましい実施態様を以下に記す。

前記被加工基板の少なくとも前記レーザ光の照射領域に対して液体を供給する

液体供給手段と、前記被処理基板上に設置され、前記レーザ光に対して透明な透明板とを更に具備してなること。

前記垂直入射手段は、前記走査系と前記被加工基板との間に配設されたコンデンサレンズであること。

前記被加工基板を回転させる基板回転機構をさらに具備してなること。

【 0 0 1 0 】

前記レーザ発振器から発振されたレーザ光の光路上に設置され、前記基板回転機構による被加工基板の回転に応じて、前記被処理基板上のレーザ光の光学像の大きさ及び形状を変更するレーザ光成形手段を具備してなること。

【 0 0 1 1 】

前記レーザ光成形手段は、レーザ光をそれぞれ所定の大きさ及び形状に成形する複数のアパーチャを具備すること。

【 0 0 1 2 】

前記レーザ光成形手段は、前記レーザ光を所定の形状に成形する 1 以上のアパーチャと、前記アパーチャを通過したレーザ光の大きさを変化させるレンズ系とを具備してなること。

【 0 0 1 3 】

前記アパーチャは、前記基板回転機構による被加工基板の回転に同期して回転すること。

【 0 0 1 4 】

前記走査系は、被加工基板の加工面に対して 2 次元方向にレーザ光を走査する走査ミラーを具備してなること。

【 0 0 1 5 】

前記走査系は、前記レーザ光の大きさに対して微小な向きがそれぞれ変更可能な複数の微小鏡がマトリクス状に配列された光学素子と、前記マークの位置及び向きに応じて各微小鏡の向きをそれぞれ制御する制御部とを具備してなること。

【 0 0 1 6 】

前記走査系は、音響光学効果を利用した音響光学素子を具備してなること。

【 0 0 1 7 】

前記被加工基板と、前記走査系とを被加工基板主面に平行な 2 次元平面内で相対的に移動させる手段とを更に具備してなること。

【 0 0 1 8 】

前記被加工基板は半導体基板上に形成された反射マークを具備し、該反射マークの位置座標が登録されている光学装置からの情報に応じて、該マーク上に前記レーザ光を照射して、該マーク上の膜を除去すること。

【 0 0 1 9 】

前記被加工基板の位置座標を検出する観測系を更に具備してなること。

【 0 0 2 0 】

被加工基板に対するレーザ光の照射位置に応じて、前記レーザ光の照射強度を制御する手段を具備してなること。

【 0 0 2 1 】

〔作用〕

本発明は、上記構成によって以下の作用・効果を有する。

【 0 0 2 2 】

従来の装置で、被加工基板の一部を制御性良く除去できないのは、加工面に対してレーザ光が垂直に入射していないのが原因であった。すなわち、レーザ光が傾いて入射することにより、除去領域以外の領域にレーザ光が照射されていたのである。

【 0 0 2 3 】

そこで、本発明では、被加工基板に対して、ほぼ垂直にレーザ光を入射させて、除去領域以外にレーザ光が照射されることを抑制することによって、除去領域のみを正確に除去することができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【 0 0 2 5 】

〔第 1 実施形態〕

レーザ加工装置の構成について説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に

係わるレーザ加工装置の構成を示す図である。

【 0 0 2 6 】

レーザ加工装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、レーザ発振器 1 0 2 と、被加工基板 1 1 0 を保持し、この被加工基板 1 1 0 の少なくとも加工面のレーザ光照射領域を浸す液体を貯溜するホルダー 1 0 7 とを少なくとも備えて構成されている。

【 0 0 2 7 】

このレーザ加工装置 1 0 0 には、更にレーザ発振器 1 0 2 の制御を行うレーザ発振器制御ユニット 1 0 3 と、光学系 1 0 4 と、観測系 1 0 5 と、レーザ光と加工対象物の加工面との間を相対的に移動させる走査系 1 0 6 とを備えて構成されている。

【 0 0 2 8 】

本装置において、レーザ発振器 1 0 2 には Q - S w i t c h N d Y A G レーザが使用されている。このレーザ発振器 1 0 2 は、基本波（波長 1 0 6 4 n m）、第 2 高調波（波長 5 3 2 n m）、第三高調波（波長 3 5 5 n m）、第四高調波（波長 2 6 6 n m）のいずれかの波長のレーザ光 1 0 2 a を照射することが可能である。さらに、レーザ発振器 1 0 2 から照射されるレーザ光 1 0 2 a のパルス幅は約 1 0 n s e c に設定されており、レーザ光照射領域は図示しないスリット機構により一辺が 1 0 μ m ~ 5 0 0 μ m（1 0 μ m \times 1 0 μ m ~ 5 0 0 μ m \times 5 0 0 μ m までの範囲内において調整を行うことができる。また、レーザ発振器 1 0 2 のレーザ光発振周波数は 1 0 k H z に設定されている。このレーザ発振器 1 0 2 のレーザ光 1 0 2 a の発振制御、照射領域の制御等はレーザ発振制御ユニット 1 0 3 により行われている。

【 0 0 2 9 】

レーザ発振器 1 0 2 から照射されたレーザ光 1 0 2 a は、光学系 1 0 4、観測系 1 0 5、走査系 1 0 6、コンデンサレンズのそれぞれを順次透過し、被加工基板 1 1 0 の加工面に照射されている。観測系 1 0 5 は、レーザ光 1 0 2 a を光軸から取り出すハーフミラー 1 0 5 a と、このハーフミラー 1 0 5 a により取り出されたレーザ光を観測する観測用カメラ 1 0 5 b とを少なくとも備えて構成され

ている。この観測系 1 0 5 を用いて、レーザ光照射位置のアライメントを調整することができる。

【 0 0 3 0 】

走査系 1 0 6 は、被加工基板 1 1 0 の加工面 1 1 0 a においてレーザ光 1 0 2 a の照射位置を移動したり、レーザ光 1 0 2 a を連続的に走査させたりする走査ミラー 1 0 6 a と、この走査ミラー 1 0 6 a を駆動制御する走査制御部 1 0 6 b とを少なくとも備えて構成されている。すなわち、このレーザ加工装置 1 0 0 では、走査系 1 0 6 の走査ミラー 1 0 6 a によりレーザ光の照射位置を変えるようになっている。更に、走査ミラー 1 0 6 a と被加工基板 1 1 0 との間に、コンデンサレンズ 1 2 0 が設けられ、任意の照射位置において、被加工基板の加工面 1 1 0 a に対してレーザ光 1 0 2 a がほぼ垂直に入射するように構成されている。

【 0 0 3 1 】

ホルダー 1 0 7 は、中央部分に被加工基板を載置し保持することができ、周辺部部分に液体を貯留するダムを配設したトレーのような形状で構成されている。なお、載置される被加工基板の形状に応じて、ホルダー 1 0 7 の平面形状は適宜変更することができる。例えば、半導体ウェハのような円盤形状の被加工基板を載置する場合には、平面円形形状のホルダーを使用することができる。また、液晶表示装置に使用される石英ガラス基板、プリント配線基板等のような矩形形状の加工対象物を載置する場合には、平面矩形形状のホルダーを使用することができる。もちろん、平面矩形形状のホルダーに半導体ウェハのような円盤形状の被加工基板を載置するようにしても良い。

【 0 0 3 2 】

ホルダー 1 0 7 は、更に被加工基板及びその少なくとも加工面を浸す液体を覆い、レーザ光に対して透明な窓 1 0 7 a を備えている。レーザ発振器 1 0 2 から発信されたレーザ光 1 0 2 a はこの窓 1 0 7 a、液体 1 0 8 のそれぞれを透過して被加工基板 1 1 0 の加工面 1 1 0 a に照射されるようになっている。窓 1 0 7 a は、ホルダー 1 0 7 に貯溜された液体 1 0 8 のレーザ加工時の散水を防止する機能、並びに情報から塵等が被加工基板 1 1 0 表面に付着することを防止する機能とを少なくとも備えている。

【 0 0 3 3 】

液体 1 0 8 は、被加工基板 1 1 0 の加工面 1 1 0 a において、レーザ光照射領域近傍のレーザ光照射により発生する熱を奪い去ることができ、更にレーザ光照射により発生する蒸発物の勢いを減少させることができるようになっている。液体には、純水、アンモニア水溶液のそれぞれを実用的に使用することができる。基本的には、被加工基板 1 1 0 の加工面 1 1 0 a のレーザ光照射領域が液体に浸されていればよいが、熱を多く奪い去り、且つ蒸発物の勢いをより一層減少させるために、被加工基板の全体が液体に浸されるようになっている。

【 0 0 3 4 】

更に、レーザ加工装置 1 0 0 は、ホルダー 1 0 7 に貯溜される液体 1 0 8 を流動させる液体流動装置 1 0 9 を備えている。液体流動装置 1 0 9 は、基本的にはポンプであり、流入管 1 0 9 a 並びに流出管 1 0 9 b を通してホルダー 1 0 7 に接続され、流体 1 0 8 を循環させるようになっている。すなわち、流体流動装置 1 0 9 はホルダー 1 0 7 に貯溜された液体 1 0 8 に、レーザ光の照射によりレーザ光照射領域に発生する気泡を連続的に取り除くことができよう流れを持たせ、更にレーザ光に不規則な乱れを生じないように、一定方向に一定流速において液体を循環させることができる。流体流動装置 1 0 9 は少なくともレーザ加工が実際に行われている際に駆動されていればよい。

【 0 0 3 5 】

更に、本装置は、ホルダー 1 0 7 の裏面に配設された圧電素子 1 7 0 と、この圧電素子 1 7 0 の駆動を制御する圧電素子駆動制御回路 1 7 1 とを備えている。圧電素子 1 7 0 は、被加工基板 1 1 0 の少なくとも加工面 1 1 0 a のレーザ光照射領域の液体 1 0 8 に超音波振動を与え、レーザ光の照射により発生する気泡を取り除くことができるようになっている。

【 0 0 3 6 】

次に、このレーザ加工装置を用いた半導体装置の製造工程を説明する。なお、本実施形態では、位置合わせマーク（反射マーク）が形成された被加工基板上に感光性ポリイミド膜を形成した後、感光性ポリイミド膜に対して純水を供給しつつレーザ加工を行った場合について説明する。

【 0 0 3 7 】

次に、本システムを用いた半導体装置の感光性ポリイミドの形成及びパターンニング工程について、図 2 の工程断面図を用いて説明する。

【 0 0 3 8 】

先ず、図 2 (a) に示すように、シリコン基板 2 0 1 上にシリコン窒化膜 2 0 2 中に位置合わせマーク 2 0 3 及びパッド 2 0 4 、感光性ポリイミド膜 2 0 5 が形成されている被加工基板を用意する。

【 0 0 3 9 】

次に、被加工基板を図 1 に示したレーザ加工装置 1 0 0 に搬送する。ウェハのノッチ及びウエハエッジを検出することにより、レーザ光軸と基板とのアライメント調整を行った。

【 0 0 4 0 】

次に、被加工基板の全体が純水に浸しつつ、レーザ照射を行うことにより、図 2 (b) に示すように、位置合わせマーク 2 0 3 を含む領域上の感光性ポリイミド膜 2 0 5 を除去する。この時、被加工基板に対してレーザ光を照射する際、コンデンサレンズによって加工面に対して常にほぼ垂直に入射するので、除去したい領域を正確に除去することができる。

【 0 0 4 1 】

レーザ加工に用いたレーザ発振器としては、Q - s w i t c h Y A G の第 4 高調波、第 3 高調波及び第 2 高調波のいずれかを選択する事が可能であり、高調波の波長は、それぞれ 2 6 6 n m 、 3 5 5 n m 及び 5 3 2 n m である。ポリイミド下層に形成されている材料及び、ポリイミド膜厚により最適の加工条件となるように、適宜波長は選択できるようになっている。

【 0 0 4 2 】

本実施形態においては、下層に形成されたシリコン窒化膜 2 0 2 を加工しないために、波長 3 5 5 n m の波長を用いた。例えばポリイミドのみならず、下層のシリコン窒化膜まで除去する場合には、波長 2 6 6 n m を用いた方が良い。

【 0 0 4 3 】

感光性ポリイミド膜 2 0 4 の膜厚は 3 μ m であり、レーザ照射エネルギー密度

は1パルスあたり 0.5 J/cm^2 とした。 0.5 J/cm^2 のエネルギー照射での加工速度は、1パルスあたり約 $0.3\text{ }\mu\text{m/pulse}$ となる。しかしながら、ポリイミド膜厚の局所的なばらつき等の影響、あるいはレーザエネルギーの面内の不均一性の影響で約±20%程度は加工速度が変化する。

【0044】

したがって、本装置は、観測系105を用いてポリイミドが除去されたか否か、その場観察を自動で行いながら加工を施し、照射場所により適宜パルス数及びパルスエネルギーを制御しつつ加工を行う。

【0045】

厚さ $3\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミドを 0.5 J/cm^2 の照射エネルギーで除去する場合には、10～15のパルス数で位置合わせマーク上の感光性ポリイミド膜を除去する事が可能であった。もし、観測系105を具備しないレーザ加工装置においても15パルスのレーザ光を照射すれば全ての領域を除去することが可能となる。

【0046】

しかしながら、観測系105と加工形状を判断する機構とを設けることにより、自動的にパルス数やエネルギーを制御できるので、無駄な照射を行う必要がなくなり、処理時間を飛躍的に向上する事が可能となる。

【0047】

このレーザ加工時には、少なくともレーザ照射中に圧電素子170には40kHz、50Wの電力を印加した。図2(b)に示したように、レーザ加工領域及び加工領域周辺に加工くずの飛散は観測されなかった。また、剥れやクラック等の照射損傷も観測されていない。

【0048】

なお、被加工基板の照射位置に応じて、レーザ光の照射エネルギーを変更するようにしても良い。回転塗布法で塗布膜を形成した場合、中央部より周辺部の膜厚が厚くなりやすい。そのため、一定のエネルギーでレーザ光を照射すると、除去膜が除去されない、或いは除去すべきではない膜が除去されるということが生じる。そのため、照射エネルギーを中央部では弱く、周辺部は強くというように

、レーザ光の照射エネルギーを照射位置に応じて変更することによって、マーク上の膜を制御性良く除去することができる。

【 0 0 4 9 】

レーザ加工により位置合わせマーク 2 0 3 を含む領域上の感光性ポリイミド膜 2 0 5 を除去することで、可視光を用いたアライメントスコープを用いた場合にはマークの観察が容易となり位置合わせエラーを飛躍的に減少する事が可能となり歩留まりが飛躍的に向上する。さらには、露光光をアライメント光として用いた場合には、ポリイミドが形成されているとマークは全く観察できないのに対し、除去する事によって位置合わせマークの観察が可能となる。

【 0 0 5 0 】

次に、感光性ポリイミド膜 2 0 5 に対して露光・現像を順次行い、図 2 (c) に示すように、感光性ポリイミド膜 2 0 5 に開口を形成する。

【 0 0 5 1 】

次に、感光性ポリイミド膜 2 0 5 をマスクに R I E を行って、図 2 (d) に示すように、パッド 2 0 4 を露出させる。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、感光性ポリイミド膜に対して、コンデンサレンズを介してレーザ光を照射することによって、加工面に対してレーザ光がほぼ垂直に入射し加工領域以外にレーザ光が照射されることがないので、正確に位置合わせマーク上の感光性ポリイミド膜を除去することができる。また、純水中でレーザ加工を行うことで、マーク上の感光性ポリイミド膜の加工くずの生成や照射損傷を抑制しつつ加工する事が可能となる。

【 0 0 5 3 】

尚、走査系に鏡を用いるのではなく、音響光学効果を利用した音響光学変調素子や音響光学偏向素子等の音響光学素子を用いた光ビーム走査機を用いることも可能である。走査系に音響光学素子を用いることによって、機械的に鏡の向きを変えて被加工基板面上を走査する方式に比べて、走査系の大きさを小さくすることができる。音響光学素子を用いた走査系については、例えば特開平 1 0 - 8 3 0 0 2 号公報に記載されている。

【 0 0 5 4 】

(第 2 の実施形態)

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係わるレーザ加工装置の概略構成を示す模式図である。なお、図 3 において、図 1 と同一な部位には同一符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 5 5 】

本実施形態のレーザ加工装置 1 0 0 は、図 3 に示すように、被加工基板 1 1 0 はホルダー 1 0 7 上に直接載置されているのではなく、基板回転機構 1 2 1 に接続されたステージ 1 1 1 上に載置され、被加工基板 1 1 0 が回転可能な構成になっている。

【 0 0 5 6 】

センサ 1 2 2 によって回転角が被加工基板の回転角が測定され、回転制御機構 1 2 3 にセンサ 1 2 2 によって測定された回転角に応じて基板回転機構 1 2 1 を制御して、被加工基板 1 1 0 の回転角が制御される。

【 0 0 5 7 】

本実施形態では、レーザ光が被加工基板全面に走査可能なように走査系 1 0 6 を構成する必要がないので、コンデンサレンズ 1 2 0 の小型化、走査ミラー 1 0 6 a の回転角度を小さくできるなど、レーザ加工システムの小型化が可能になる。

【 0 0 5 8 】

なお、液体 1 0 8 表面を照明窓 1 0 7 a の裏面に一致させることで、液体 1 0 8 の乱流化を抑制し、レーザ光が散乱することなく被加工基板 1 1 0 表面を照射できる。

【 0 0 5 9 】

(第 3 の実施形態)

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態に係わるレーザ加工装置の概略構成を示す模式図である。図 4 において、図 1, 3 と同一な部分には同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

本装置は、図 4 に示すように、レーザ光 1 0 2 a を所定の大きさ及び形状に成

形する複数のアパーチャが形成されたアパーチャ板 1 2 4 が設けられている。アパーチャ板 1 2 4 は、アパーチャ切り替え機構 1 2 5 によって任意の形のアパーチャに交換できる。また、図 5 に示すように、アパーチャ板 1 2 4 には、には、被加工基板 1 1 0 の回転角 $\theta 1$ に同期して各アパーチャ 1 2 4 a を $\theta 2$ だけ回転させるアパーチャ回転機構 1 2 4 b を有する。このアパーチャ回転機構 1 2 4 b の回転角は被加工基板 1 1 0 の回転角と同期させる。

【 0 0 6 0 】

このアパーチャ回転機構 1 2 4 b が必要な理由に関しては図 6 を用いて説明する。位置合わせマーク等はウエハチップ上に配置されている。図 6 (a) に示すように、被加工基板 1 1 0 を例えば角度 $\theta 1$ 回転させると、図 6 (b) に示すように被加工基板 1 1 0 内内の各チップ 1 1 0 a 内に形成されている位置合わせマーク 1 1 0 b も回転する。そのため、図 6 (c) に示すように、被加工基板 1 1 0 (位置合わせマーク 1 1 0 b) の回転に応じて、アパーチャ 1 2 4 a を角度 $\theta 2$ 回転させて照射されるレーザー光の形状を変えなければ、位置合わせマーク 1 1 0 b 上の膜を除去することができない。マークへの照射位置に関してはあらかじめ入力されたマーク座標から走査系 1 0 6 によって制御される。

【 0 0 6 1 】

(第 4 の実施形態)

本発明の第 4 の実施形態で用いるレーザー加工装置の概略構成に関して図 7 を用いて説明する。

【 0 0 6 2 】

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係わるレーザー加工装置の概略構成を示す模式図である。図 7 において、図 1, 3, 4 と同一な部分には同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

本実施形態では、アパーチャ板 1 2 4 後にビームの大きさを拡大・縮小するズームレンズ光学系 1 2 8 が設けられている。

【 0 0 6 3 】

第 3 の実施形態では、アパーチャ板 1 2 4 に設置されたアパーチャ 1 2 4 a によりレーザー光の大きさ及び形状を変化させていた。アパーチャ板 1 2 4 に設置で

きるアパーチャの数には限りがあるが、本実施形態では、レーザ光の大きさの変更するズームレンズ光学系 1 2 8 が設けられているので、形成可能なレーザ光の大きさ及び形状の数を増やすことができる。

【 0 0 6 4 】

(第 5 の実施形態)

本実施形態では、前の実施形態で示したレーザ加工装置を含むパターン形成システムについて説明する。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、本発明の第 5 の実施形態に係わるパターン形成システムの概略構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 6 】

図 8 に示すように、トラック 1 4 1 にて被加工基板主面にレジスト等が塗布される。レジストの塗布後、トラック 1 4 1 内部に設けられたレーザ加工装置 1 0 0 によりマーク上のレジスト膜及び絶縁膜が除去される。その後、搬送機 1 4 2 により被加工基板が露光装置 1 4 0 に搬送されて露光が行われる。露光後、搬送機 1 4 2 により被加工基板がトラック 1 4 1 に搬送され、レジスト膜の現像処理が行われる。現像処理後、搬送機 1 4 0 2 により被加工基板が合わせずれ検査装置 1 4 3 に搬送され、合わせずれ検査用マーク（反射マーク）と形成されたパターンとのズレが検査される。

【 0 0 6 7 】

レーザ加工装置 1 0 0 と露光装置 1 4 0 及び合わせずれ検査装置 1 4 3 はオンライン制御部 1 4 4 若しくはオンラインインターフェイスによって接続する。このことで、レーザ加工器がアライメントマーク及び合わせずれ検査マークなどをレーザ加工する場合、マーク座標を算出するには、ウエハチップ座標、アライメントマーク位置、合わせずれ検査マーク位置の座標情報がオンラインによって露光装置 1 4 0 や合わせずれ検査装置 1 4 3 から入手できることを特徴とする。もちろんマーク座標は、レーザ加工装置 1 0 0 に直接入力してもよい。

【 0 0 6 8 】

本システムに示すように、トラック 1 4 1 内にレーザ加工装置 1 0 0 が搭載さ

れることで、レジスト塗布、レーザ加工、露光と、連続した工程が実現でき、工程時間の短縮が実現できる。

なお、図 9 に示すように、トラック 1 4 1 外に配置しても良い。図 9 において、図 8 と同一な部位には同一符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

(第 6 の実施形態)

また、アパーチャ及びアパーチャ回転機構に、レーザ光の径に比べて非常に小さく、向きがそれぞれ変更可能な複数の微小鏡を複数 2 次元配列された光学素子 (例えば Digital Micromirror Device (テキサス・インスツルメンツ社の商標)) を用いても良い。光学素子は、それぞれの微小鏡の向きを制御することによって、任意の大きさ及び形状の光学像を形成することができる。従って、この光学素子を構成するそれぞれの微小鏡の向きを制御することによって、マークの大きさ及び向きに応じた光学像のレーザ光を照射することができる。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 は、第 6 の実施形態に係わる光学素子を用いたアパーチャ及びアパーチャ回転機構の構成を示す模式図である。

【 0 0 7 1 】

本装置 1 0 0 の走査系 1 0 6 は、図 1 0 に示すように、レーザ光 1 0 2 a が入射する複数の微小鏡がマトリクス状に配列された光学素子 1 5 0 と、配列された各微小鏡の向きを制御する制御部 1 5 2 とを具備する。マイクロミラー 1 5 0 は各微小鏡等を電気信号等によって微小鏡の向きを制御するものである。

【 0 0 7 2 】

図 1 1 (a), (b), (c) に示すように、このマイクロミラー 1 5 0 において、各微小鏡 1 5 1 の向きを制御することによって、所望のビーム成形形状 1 6 1 a, 1 6 1 b, 1 6 1 c を形成することができる。

【 0 0 7 3 】

また、ビーム成形形状をウエハの回転に同期して回転させることで、に示すように、各微小鏡 1 5 1 の向きを制御することによって、ビーム成形形状を回転させることができ、アパーチャ及びアパーチャ回転機能アパーチャとしての機能を

有する。このマイクロミラー 1 5 0 において所望のビーム成形は回転に限定することなく、膨張伸縮など形状は任意に変えることができる。

また、この光学素子は、各微小鏡の向きを制御しレーザ光を被加工基板の任意の位置に照射させる、走査系として用いることも可能である。

【 0 0 7 4 】

(第 7 の実施形態)

図 1 2 は、本発明の第 7 の実施形態に係わるレーザ加工装置の概略構成を示す図である。図 1 2 において、図 1 と同一な部位には同一符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

本装置は、図 1 2 に示すように、レーザ光が反射或いは透過する光学部材（プリズム、ミラー等）を含む、光学系 1 0 4，アパーチャ 1 2 4，観測系 1 0 5，走査系 1 0 6，コンデンサレンズ 1 2 0 を密閉空間 5 0 0 内に設置して、密閉空間 5 0 0 内をパージシステム 5 0 1 から N_2 などのパージガスでパージできる構成を示したものである。

【 0 0 7 6 】

光学系付近に漂うケミカルコンタミネーションがレーザ光と光化学反応を起こして曇りが発生する。本発明では光学部材をパージしてこの曇りから保護する。

【 0 0 7 7 】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、被加工基板に対してレーザ光をほぼ垂直に入射させる手段としては、出射光が被加工基板主面に対してほぼ垂直に入射する光ファイバーにレーザ光を入射させ、光ファイバーを被加工基板に対して相対的に移動させて、レーザ光を被加工基板の任意の位置に照射する構成であっても良い。

【 0 0 7 8 】

その他、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することが可能である。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、被加工基板に対して、ほぼ垂直にレーザー光を入射させて、除去領域以外の領域にレーザー光が照射されることを抑制することによって、除去領域のみを正確に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係わるレーザー加工装置の概略構成を示す模式図。

【図 2】

第 1 の実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す工程断面図。

【図 3】

第 2 の実施形態に係わるレーザー加工装置の概略構成を示す模式図。

【図 4】

第 3 の実施形態に係わるレーザー加工装置の概略構成を示す模式図。

【図 5】

第 3 の実施形態に係わるアパーチャ板及びアパーチャ切り替え機構の概略構成を示す図。

【図 6】

アパーチャ回転機構 1 2 4 b が必要な理由の説明に用いる図。

【図 7】

第 4 の実施形態に係わるレーザー加工装置の概略構成を示す模式図。

【図 8】

第 5 の実施形態に係わるパターン形成システムの概略構成を示すブロック図。

【図 9】

第 5 の実施形態に係わるパターン形成システムの概略構成を示すブロック図。

【図 1 0】

第 6 の実施形態に係わる、光学素子を用いたアパーチャ及びアパーチャ回転機構の構成を示す模式図。

【図 1 1】

図 1 0 に示す光学素子、並びに光学素子で成形されるビーム形状を示す図。

【図 1 2】

第 7 の実施形態に係わるレーザ加工装置の概略構成を示す模式図。

【符号の説明】

1 0 0 … レーザ加工装置

1 0 2 … レーザ発振器

1 0 2 a … レーザ光

1 0 3 … レーザ発振器制御ユニット

1 0 4 … 光学系

1 0 5 … 観測系

1 0 6 … 走査系

1 0 6 a … 走査ミラー

1 0 7 … ホルダー

1 0 7 a … 照明窓

1 0 8 … 液体

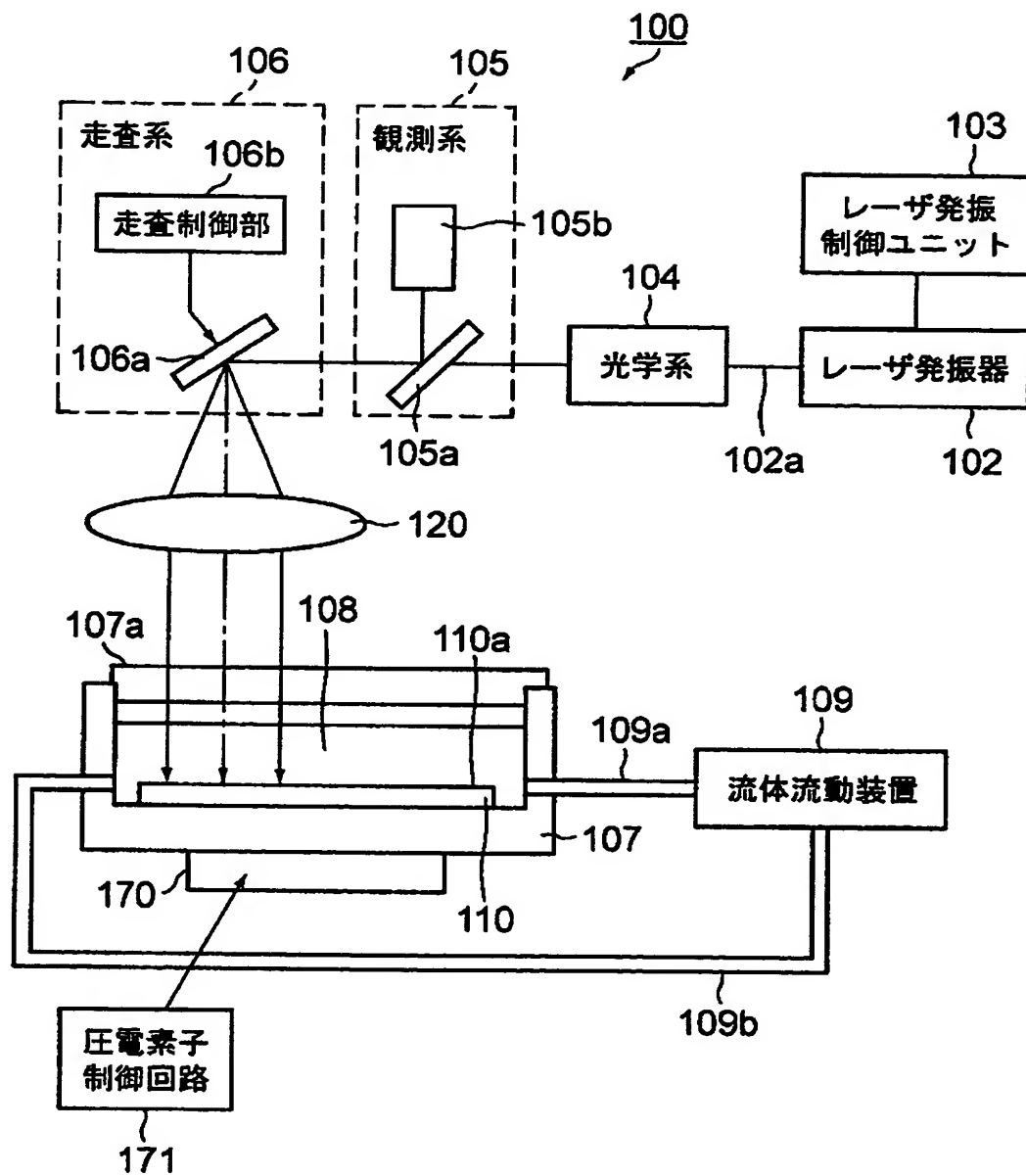
1 1 0 … 被加工基板

1 1 1 … ステージ

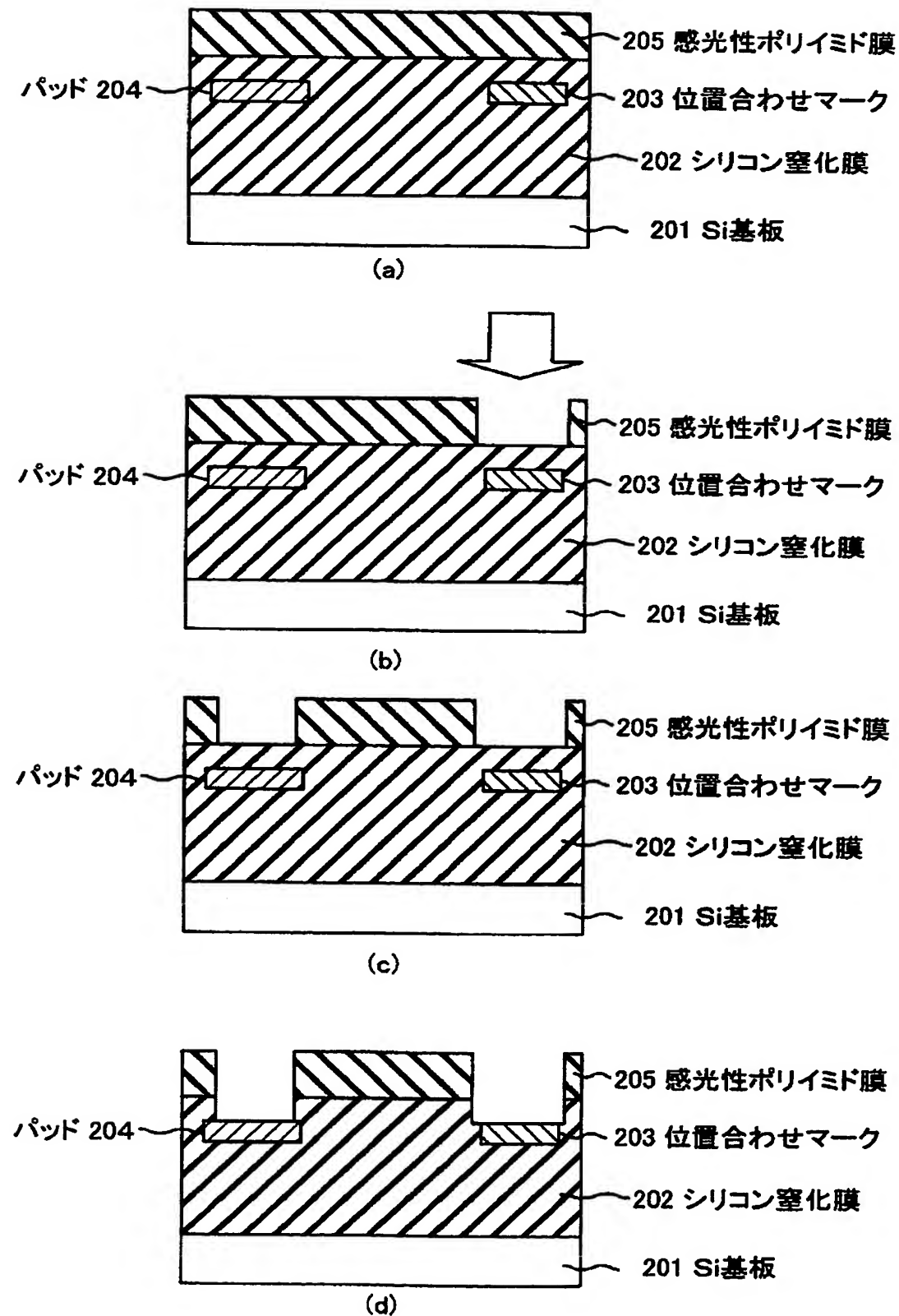
1 2 0 … コンデンサレンズ

【書類名】 図面

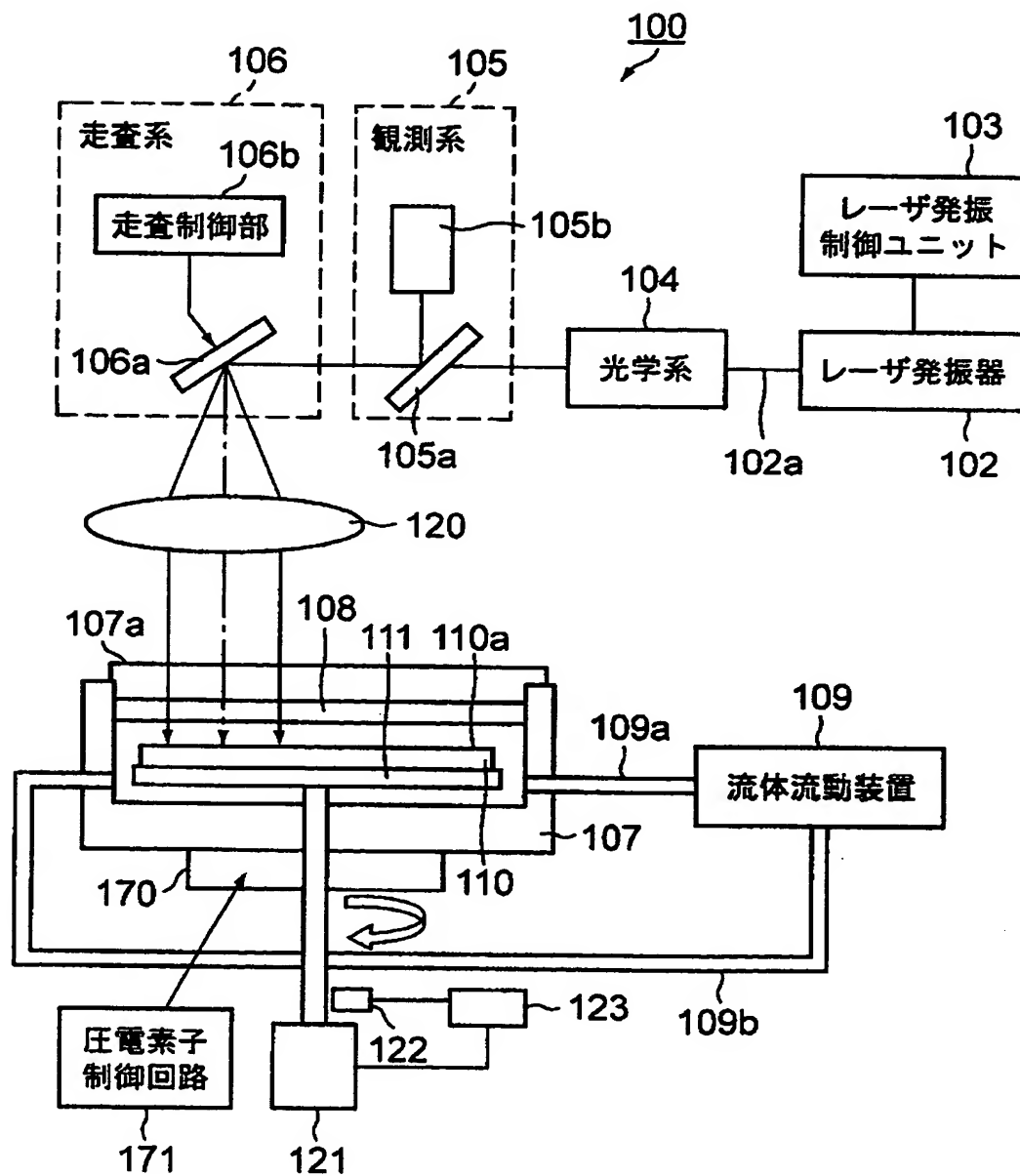
【図 1】



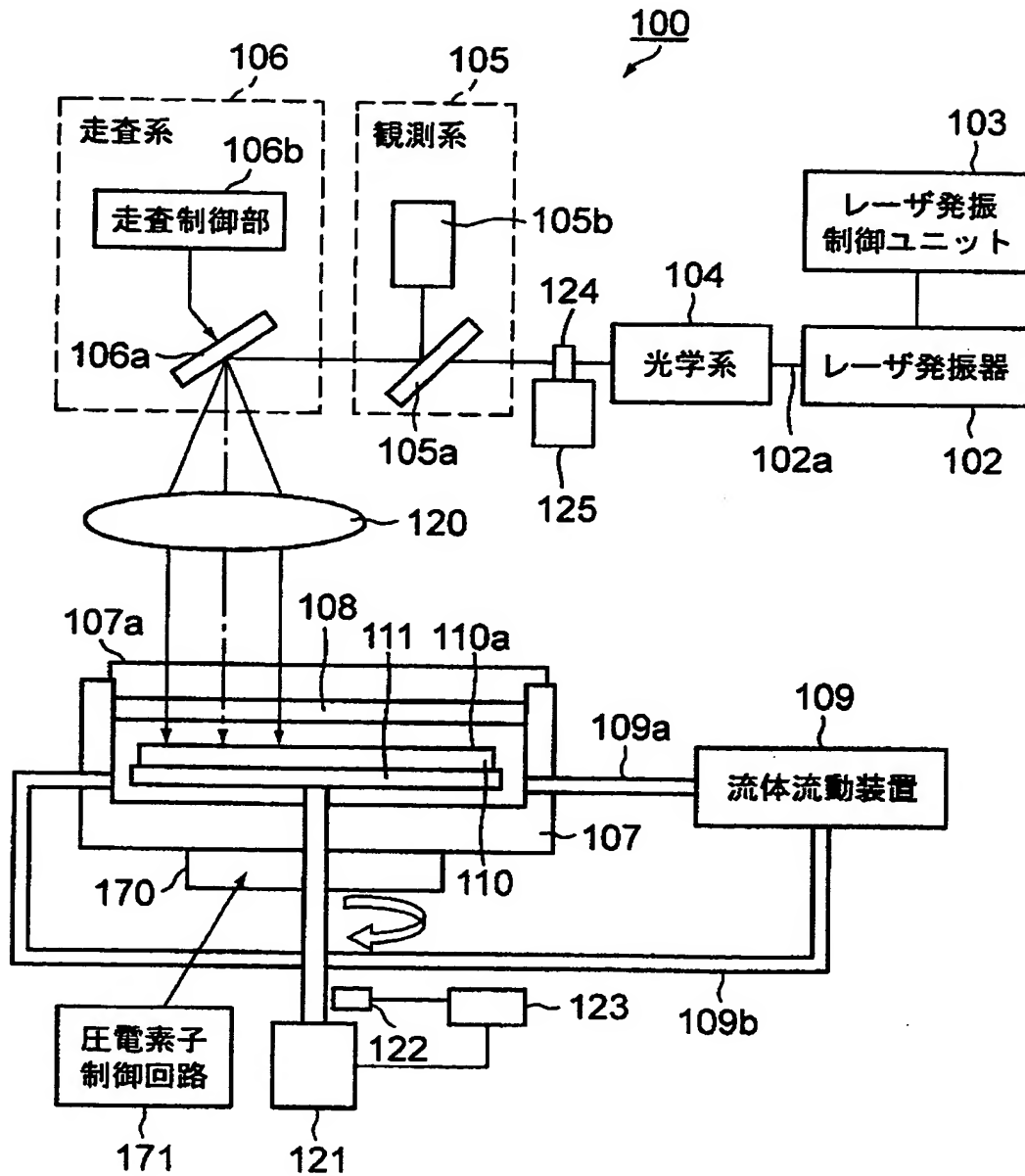
【図 2】



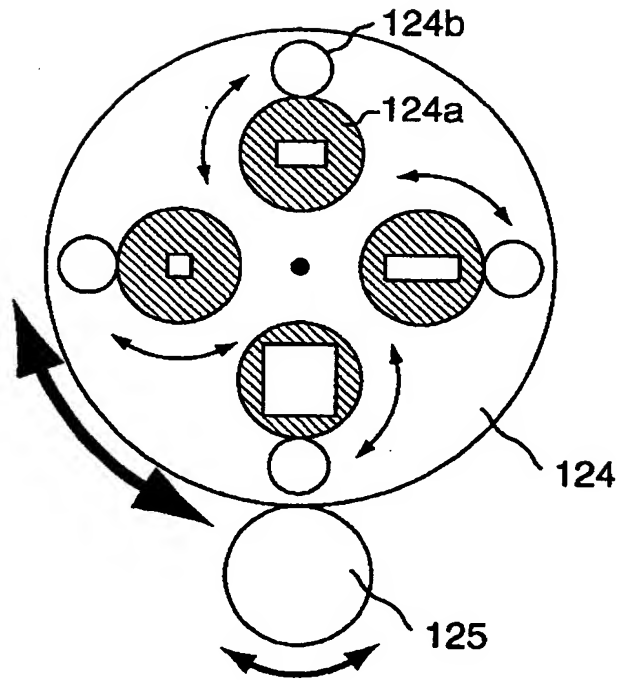
【図 3】



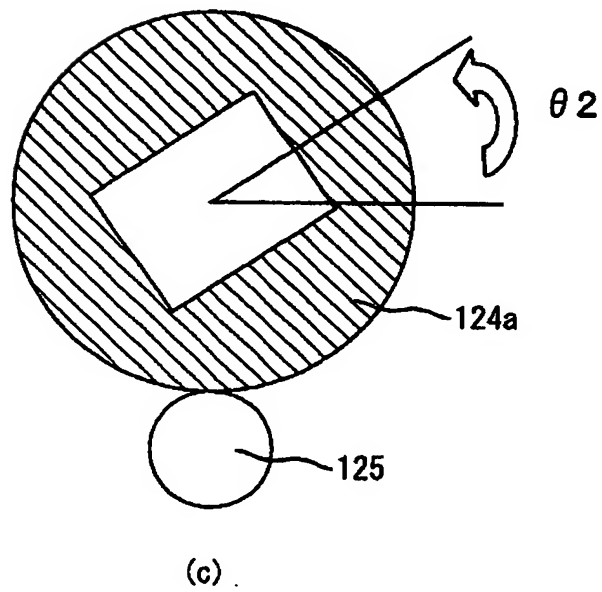
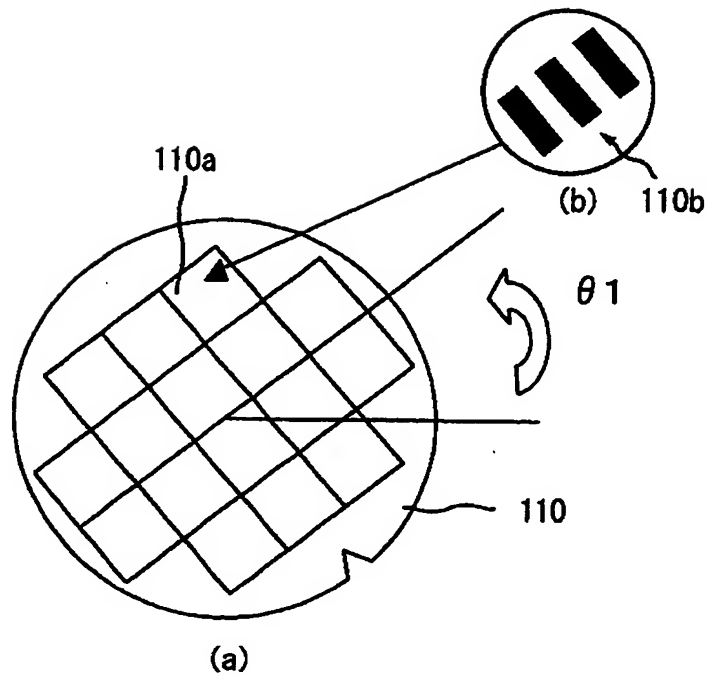
【図4】



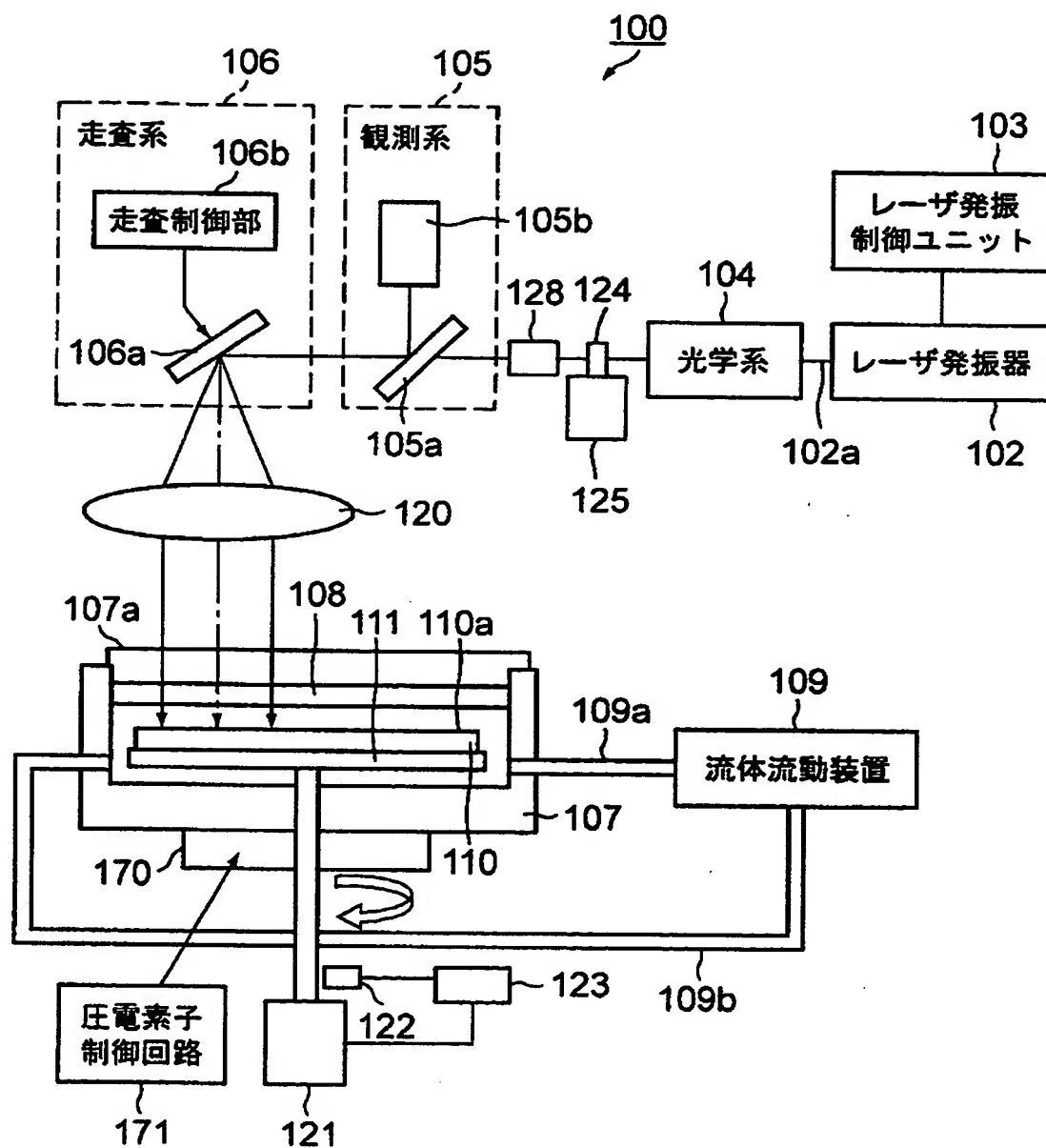
【図 5】



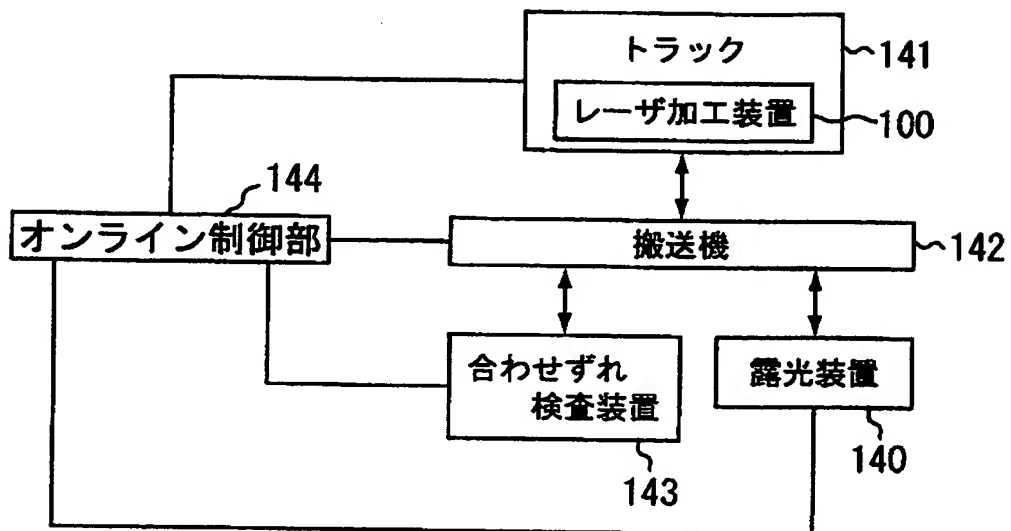
【図 6】



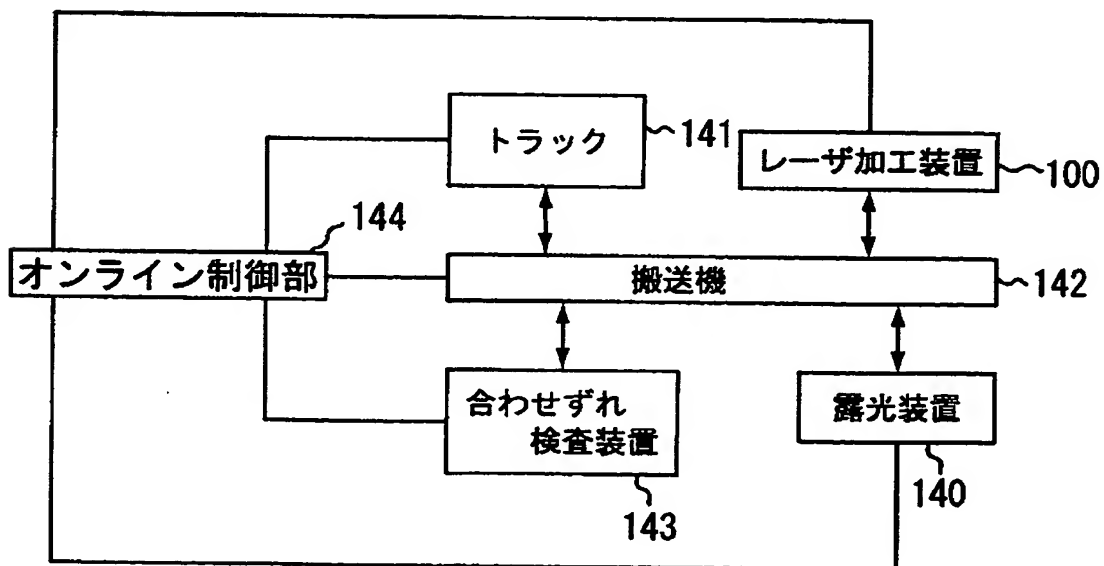
【図 7】



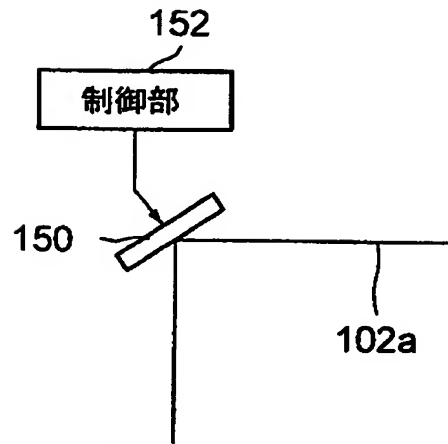
【図 8】



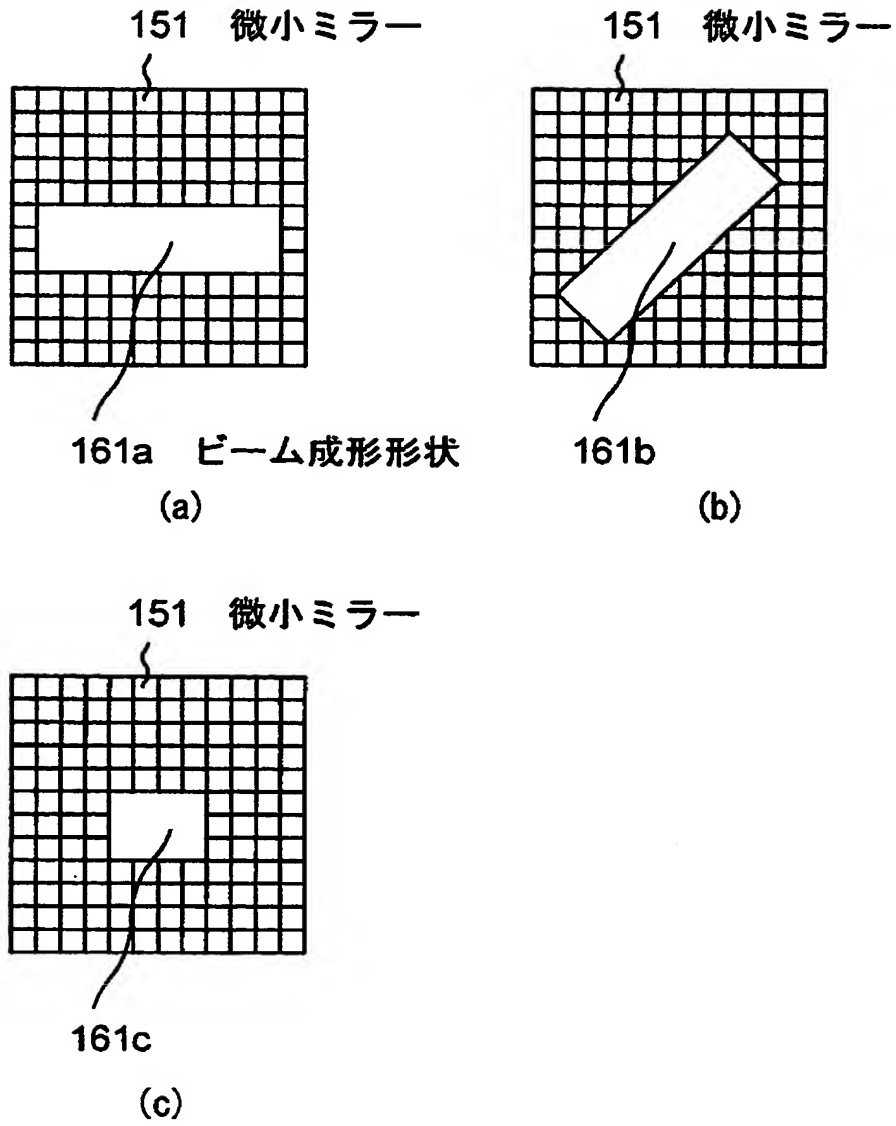
【図 9】



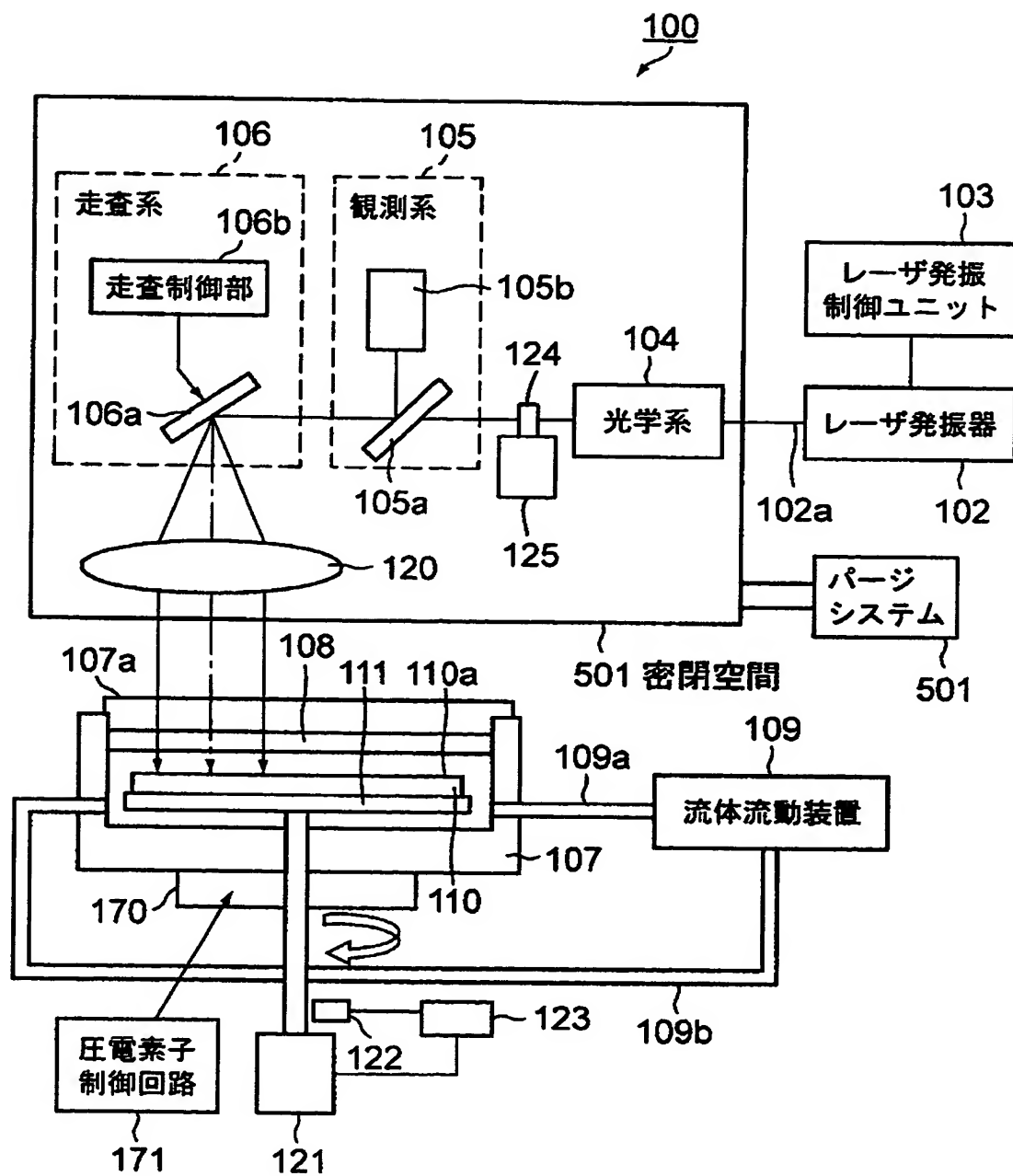
【図 1 0】



【図 1 1】



【图 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】被加工基板に対してレーザ光を照射して除去する際、除去領域のみを正確に除去すること。

【解決手段】被加工基板 1 1 0 の一部を選択的に除去するレーザ光を発振するレーザ発振器 1 0 2 と、このレーザ発振器 1 0 2 から発振されたレーザ光を、被加工基板 1 1 0 の任意の位置に照射させる走査系 1 0 6 と、レーザ発振器 1 0 2 から発振されたレーザ光を被加工基板 1 1 0 に対してほぼ垂直に入射させるコンデンサレンズ 1 2 0 とを具備してなることを特徴とするレーザ加工装置。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝